

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-239740

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 3 B 15/05

G 0 3 B 15/05

A 6 1 B 1/00

3 0 0

A 6 1 B 1/00

3 0 0 Y

G 0 2 B 7/04

G 0 2 B 19/00

19/00

23/26

C

23/26

B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-46279

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月28日

(71) 出願人 00003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 藤田 寛

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会
社東芝那須工場内

(72) 発明者 平久井 克也

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会
社東芝那須工場内

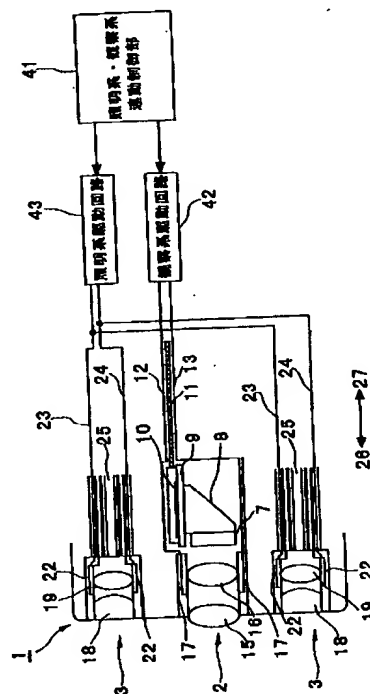
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置

(57) 【要約】

【課題】 観察系の視野角の変化に応じて照明系の配光特性を変化させ、広角時にも望遠時にも最適な配光特性を得ることができる内視鏡装置を提供する。

【解決手段】 静電モータ22は、被検体を照明する照明光学系3の第2レンズ19を前後に移動させることにより、照明光の配光特性を変化させる。静電モータ17は、観察光学系2の第2対物レンズ16を前後の移動させることにより、視野角を連続的に広角から望遠まで変化させる。照明系・観察系連動制御部41は、照明系駆動回路43および観察系駆動回路42を制御して視野角のズームに対応するように配光特性を変化させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体を照明する照明光学系と、前記照明された被検体の画像を形成する観察光学系とを備える内視鏡装置において、

前記観察光学系の視野角を変化させるズーム機構と、前記ズーム機構による前記観察光学系の視野角の変化に連動して前記照明光学系の配光特性を変化させる配光特性変化手段と、

をさらに備えたことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項2】 前記配光特性変化手段は、前記照明光学系の少なくとも一部を前記ズーム機構に構造的にリンクさせるリンク機構を備えたものであることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡装置。

【請求項3】 前記ズーム機構は、前記観察光学系を構成するレンズまたはレンズ群の少なくとも一部を該観察光学系の光軸に沿って前後に移動させる第1のアクチュエータであり、

前記配光特性変化手段は、前記照明光学系を構成するレンズまたはレンズ群の少なくとも一部を該照明光学系の光軸に沿って前後に移動させる第2のアクチュエータと、前記第1のアクチュエータの動作と前記第2のアクチュエータの動作とを連動させるリンク機構とを備えたものであることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡装置。

【請求項4】 前記ズーム機構は、前記観察光学系を構成するレンズまたはレンズ群の少なくとも一部を該観察光学系の光軸に沿って前後に移動させる第1のアクチュエータであり、

前記配光特性変化手段は、前記照明光学系を構成するレンズまたはレンズ群の少なくとも一部を該照明光学系の光軸に沿って前後に移動させる第2のアクチュエータと、前記第1のアクチュエータの動作と前記第2のアクチュエータの動作とを連動させて制御する制御回路とを備えたものであることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡装置。

【請求項5】 前記照明光学系は、内視鏡先端硬性部の前面に設けられた第1レンズと、この第1レンズの後方に設けられた第2レンズからなり、前記第2のアクチュエータは、第2レンズを前後に移動させるものであることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の内視鏡装置。

【請求項6】 前記アクチュエータは静電リニアモータであることを特徴とする請求項3ないし請求項5のいずれか1項に記載の内視鏡装置。

【請求項7】 焦点合わせ指示に基づいて撮像素子を含む観察光学系の一部を移動させて焦点を合わせる焦点合わせ機構をさらに備えて成り、

該焦点合わせ機構および前記ズーム機構に連動して前記配光特性変化手段が照明光学系の配光特性を変化させることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1

項に記載の内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、産業用または医療用の内視鏡装置に係り、特に、観察光学系にズーム機構を備えた内視鏡装置における照明光学系の改善に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の内視鏡装置において、観察系の視野角（画角）を広角から望遠まで連続可変とするズーム機構を備えたものがある。このズーム機構には、例えば本願出願人による特開平3-38609号公報に記載の超音波モータを使用したものや、操作ダイヤルに接続されたワイヤによりレンズを可動としたものが知られている。

【0003】内視鏡装置による被検体の体内内観察は、はじめに視野角を広角として被検部全体を観察し、次いで視野角を望遠として患部または患部と疑われる領域を拡大して詳細に観察することにより、内視鏡装置による検査を効率化し、検査時間を短縮することができる。

【0004】また内視鏡装置による観察画像を記憶装置に記憶または写真撮影する場合、ズーム機構を使用して患部を画面全体に拡大して記憶または撮影することにより解像度を上げることができる。

【0005】このようなズーム機構を備えた従来の内視鏡装置の先端硬性部を図16に示す。図16(a)は先端硬性部1の正面図、図16(b)は鉗子口4および観察光学系2を含む断面図、図16(c)は照明光学系3の断面図である。

【0006】図16において、先端硬性部1は、被検体を観察するための観察光学系2、被検体を照明するための2系統からなる照明光学系3、体内内で処置や試料採取を行う鉗子を通すための鉗子口4、光学系2、3を洗浄するための送水ノズル5、光学系2、3の水滴を吹き飛ばしたり、体内内を膨らませるための送気ノズル6、水晶フィルタ7、光路変換用のプリズム8、固体撮像素子のカバーガラス9、CCD等の固体撮像素子10、固体撮像素子の信号線を束ねたケーブル11、観察光学系を保護するための部材14、第1の対物レンズ15、第2の対物レンズ16、照明系のレンズ18、19、照明系を保護するための部材21、照明光を導くライトガイド25、第1の対物レンズ15から後方へ突出する内筒53、対物レンズ16を保持するとともに内筒53の外周を前後に滑動可能な外筒52、外筒52を前後に駆動する超音波モータ51等を備えて構成されている。

【0007】超音波モータ51は、その内周部に螺合する外筒52を正逆に回転させることにより、外筒52を図上で左右方向に動かすことができる。これにより外筒52に保持された第2の対物レンズ16が左右に動くので、観察光学系2の視野角（画角）を広角から望遠まで

連続的に変化させることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のズーム機構を備えた内視鏡装置は、被検体の体腔内に挿入されるスコープ先端部の直径が大きくなることを避けるため、被検体を照明する照明系の配光特性を観察系の視野角の変化に応じて変化させることは行われていなかった。

【0009】このため、配光特性が広角に合わせて設定されていると、望遠時に画面が暗くなり、配光特性が望遠に合わせて設定されていると、広角時に画面中央部が明るすぎてハレーションを起こしたり、画面周辺部が暗くなるという問題点があった。

【0010】この問題点を避けるために、配光特性を広角に合わせるとともに、望遠時にも十分な光量で照明し、広角時には絞りによって明るさを調節することも可能であるが、照明用光源のキセノンランプ等の容量に大きいものが必要となり、ランプ及びこれに給電する電源装置が大型化するとともに、光源から内視鏡先端硬性部まで照明光を伝送するライトガイドが大径化して好ましくない。

【0011】以上の問題点を鑑み本発明の目的は、照明用光源を大容量化することなく、観察系の視野角の変化に応じて照明系の配光特性を変化させ、広角時にも望遠時にも最適な配光特性を得ることのできる内視鏡装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、被検体を照明する照明光学系と、前記照明された被検体の画像を形成する観察光学系とを備える内視鏡装置において、前記観察光学系の視野角を変化させるズーム機構と、前記ズーム機構による前記観察光学系の視野角の変化に連動して前記照明光学系の配光特性を変化させる配光特性変化手段と、をさらに備えたことを要旨とする。

【0013】

【発明の実施の形態】次に図面を参照して、本発明に係る内視鏡装置の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明に係る内視鏡装置の第1の実施形態を示す要部構成図である。

【0014】図1において、内視鏡装置は、内視鏡スコープの先端硬性部1、観察光学系2、照明光学系3、照明系・観察系連動制御部41、観察系駆動回路42、照明系駆動回路43、とを備えている。なお、先端硬性部1には、鉗子口、送気ノズル、送水ノズル等も備えているが、これらは従来の内視鏡スコープと同様であるので、図1では省略されている。

【0015】観察光学系2は、第1、第2の対物レンズ15、16と、対物レンズ16を前後（図1において前方を26の方向、後方を27の方向とする）に移動させ

るリニア静電モータ17、空間周波数の低域通過フィルタである水晶フィルタ7、光路を折り曲げるプリズム8、カバーガラス9、固体撮像素子であるCCD10、CCD10の信号線束11、リニア静電モータ17の駆動信号線12、13とを備えて構成されている。

【0016】観察光学系2において、図示されない被検体からの反射光は、対物レンズ15から入射し、対物レンズ16、水晶フィルタ7を経てプリズム8により光路を上方へ折り曲げられ、カバーガラス9を通してCCD10に結像する。CCD10に結像した被検体の画像は、CCD10により画像信号に変換され、信号線束11を介して図示されない内視鏡装置本体に取り込まれる。内視鏡装置本体は、CCD10から得られた画像信号に所定の信号処理を施して、画像表示装置に表示したり、記録装置に画像を記録したりする。

【0017】リニア静電モータ17は、第2の対物レンズ16を光軸に沿って前後に移動させ、観察光学系2の焦点距離を調節することにより、内視鏡装置により観察可能な範囲である視野角（画角）を連続的に変化させることができるようになっている。

【0018】照明光学系3は、同一構成の2系統からなり、それぞれの系統は、第1の照明レンズ18、第2の照明レンズ19、照明レンズ19を前後に移動させるリニア静電モータ22、図示されない内視鏡アプロセッサから照明光学系まで照明光を導くライトガイド25、リニア静電モータ22の駆動信号線23、24を備えて構成されている。

【0019】照明光学系3において、図示されない内視鏡装置本体に内蔵されるキセノンランプ等の光源より発せられた照明光は、光ファイバ束などを用いたライトガイド25の中を導光され、ライトガイド25の先端部（図1では左端部）から第2照明レンズ19に向かって放射される。この照明光は、第2照明レンズ19、第1照明レンズ18により拡散され、第1照明レンズ18の左端面から被検体の被観察部位を照明する。

【0020】リニア静電モータ22は、第2の照明レンズ19を光軸に沿って前後に移動させ、照明系光学系3の焦点距離を調節することにより、照明光の配光特性を連続的に変化させることができるようになっている。

【0021】照明系・観察系連動制御部41は、観察系2の視野角の変化に応じて照明系3の配光特性を変化させる制御部であり、その詳細な構成例は、後に説明される図6に示されている。

【0022】観察系駆動回路42および照明系駆動回路43は、照明系・観察系連動制御部41からの制御により、それぞれリニア静電モータ17、22を駆動する制御パルス信号を生成する回路である。そして、それぞれのリニア静電モータ17、22に3相のリニアステッピングモータを使用したときの駆動回路の詳細は、後に説明される図5に示されている。

【0023】図1において、広角観察を必要とする場合には、第2対物レンズ16を第1対物レンズ15に近づける方向（矢印26）に駆動させる。これにより、観察光学系の焦点距離が小さくなり、広角観察となる。この時、照明系・観察系連動制御部41により、第2照明レンズ19を第1照明レンズ18に近づける方向（矢印26）に駆動させる。これにより、照明系の配光特性は図9の501のような配光特性となり、広範囲に均一な照度が得られる。

【0024】拡大（望遠）観察を必要とする場合には、第2対物レンズ16を第1対物レンズより遠ざける方向（矢印27）に駆動させる。これにより、観察光学系の焦点距離が大きくなり、拡大（望遠）観察となる。この時、照明系・観察系連動制御部41により、第2照明レンズ19を第1照明レンズ18から遠ざける方向（矢印27）に駆動させる。これにより、照明光学系の配光特性は、図9の505のような配光特性となり、拡大（望遠）観察に適するような、高い照度が光軸に近い部分に得られる。

【0025】図2は、観察光学系2および照明光学系3に適用可能なレンズ駆動機構の詳細を示す断面図である。レンズ駆動機構100は、第1レンズ102を固定するとともにレンズ駆動機構を収納する鏡筒101と、鏡筒101の内壁に光軸に平行に設けられた案内棒106と、第2レンズ103を案内棒106に沿って前後（前方を26、後方を27とする）可動に保持するベアリング107と、第2レンズ103に固着された静電モータの可動子104と、可動子104と狭い隙間を介して対向配置された静電モータの固定子105と、可動子104へ電位を与える駆動信号線108と、固定子105へ3相の駆動信号を与える信号線109、110、111と、を備えて構成されている。

【0026】可動子104と固定子105とは、静電気駆動の3相リニアステッピングモータを形成し、第2レンズ103を案内棒106に沿って前後に任意に動かすことができる。

【0027】これにより、第1レンズ102と第2レンズ103との間隔が変化し、第2レンズが26の方向へ動かされると、2枚のレンズ102、103による光学系の焦点距離は短くなって視野角または配光特性が広角となり、第2レンズが27の方向へ動かされると、2枚のレンズ102、103による光学系の焦点距離は長くなって、視野角または配光特性が狭角となる。

【0028】図3は、観察光学系2および照明光学系3に適用可能なレンズ駆動機構の変形例を詳細を示す断面図(a)および側面図(b)である。

【0029】レンズ駆動機構131は、第1レンズ102を固定するとともにレンズ駆動機構を収納する鏡筒101と、鏡筒101の内壁を内周を3分割する位置にそれぞれ光軸に平行に設けられた3つの案内部材123

と、第2レンズ103を案内部材123に沿って前後（前方を26、後方を27とする）可動に保持する内筒121と、内筒の外周に設けられた静電モータの可動子104と、可動子104と狭い隙間を介して対向配置された静電モータの固定子105と、可動子104へ電位を与える駆動信号線108と、固定子105へ3相の駆動信号を与える信号線109、110、111と、を備えて構成されている。

【0030】内筒121の案内部材123に対向する位置には、それぞれ畝状の突起部121aが設けられ、案内部材123に設けられた溝と嵌合するようになっている。また、案内部材123は、それぞれ溝で畝状の突起部121aを滑動可能に支持することにより、可動子104と固定子105との間の狭い間隔を保持している。

【0031】可動子104と固定子105とは、静電気駆動の3相リニアステッピングモータを形成し、第2レンズ103を保持した内筒121を案内部材123に沿って前後に任意に動かすことができる。

【0032】これにより、第1レンズ102と第2レンズ103との間隔が変化し、第2レンズが26の方向へ動かされると、2枚のレンズ102、103による光学系の焦点距離は短くなって視野角または配光特性が広角となり、第2レンズが27の方向へ動かされると、2枚のレンズ102、103による光学系の焦点距離は長くなって、視野角または配光特性が狭角となる。

【0033】図4は、静電気駆動の3相リニアステッピングモータ（以下、単に静電モータと省略する）の構造および動作原理を説明する原理説明図である。

【0034】図4において、絶縁性基材により形成された固定子105の可動子104に対向する表面には、ある一定間隔（これを基準ピッチとする）で、薄い電極151、152、153、154、155、156、157、158、159、が設けられている。これら固定子105の電極数には特に制限がなく、可動子を移動させたい方向に必要な数だけ並べることができる。これらの電極群の形成には、スパッタリング法、メッキ等を利用したり、あるいはこれらとリソグラフィを併用することもできる。

【0035】また、絶縁性基材により形成された可動子104の固定子105に対向する表面には、前記基準ピッチの1.5倍の間隔で電極、161、162、163、164が同様な方法で形成されている。固定子105側の電極の数は、2以上の整数でもよいが、モータの位相によるトルク変動を小さくするには、偶数が好ましい。

【0036】電極群151～159の各電極は、順次3種類の信号線φb、φa、φcに接続されている。すなわち、電極151、154、157は信号線φbに接続され、電極152、155、158は信号線φaに接続され、電極153、156、159は信号線φcに接続

されている。

【0037】可動子104側の電極161、162、163、164は全て同一電位であるGNDに接続されている。

【0038】次に、この静電モータの動作原理を説明する。まず最初に、図4(a)に示すように、信号線φaに+の直流高電圧が印加され、信号線φb、信号線φcはともに0Vであるとする。このとき、信号線φaに接続された電極152、155、158に高電圧がかかるので、可動子104の電極161、163は、それぞれ固定子105の電極152、155と静電引力により引き合い、互いの電極同士が重なり合う位置に駆動される。

【0039】次いで、図4(b)に示すように、直流高電圧を印加する信号線をφaからφbに切り替えると、信号線φbに接続されている電極151、154、157に高電圧が印加されるので、固定子105の電極154、157と、可動子104の電極162、164とがそれぞれ静電引力により引き合い、互いの電極同士が重なり合う位置に駆動される。図4(a)の状態から図4(b)の状態までの可動子104の移動量は、基準ピッチの1/2である。

【0040】次いで、図4(c)に示すように、直流高電圧を印加する信号線をφbからφcに切り替えると、信号線φcに接続されている電極153、156、159に高電圧が印加されるので、固定子105の電極153、156と、可動子104の電極161、163とがそれぞれ静電引力により引き合い、互いの電極同士が重なり合う位置に駆動される。図4(b)の状態から図4(c)の状態までの可動子104の移動量は、基準ピッチの1/2である。

【0041】以下同様にして、信号線φa、φb、φcに順次印加する電圧を切り替えると、可動子104は、0.5ピッチづつ右へ移動する。これとは逆に可動子104を左へ駆動する場合には、信号線φc、φb、φaに順次駆動電圧を印加していけばよい。

【0042】この静電モータの駆動原理は、固定子と可動子にそれぞれ設けた電極間の静電気による吸引力を利用するものである。駆動力は電極面積に依存するが、電極間に形成される等価コンデンサの充放電抵抗が問題とならない限り、電極自体の厚さには関係がない。

【0043】このため、この3相リニアステッピングモータに限らず、静電気を利用するアクチュエータは、その厚さを非常に薄く作成することができ、実装スペースに関する制限を満足しつつ目的の作動機構を構成することができる。

【0044】なお、このような静電アクチュエータの電極を薄く作製するには、真空蒸着法、スパッタリング法、メッキ法等により絶縁体の基板の表面に金属薄膜を形成する技術を利用することができる。またこれらの方

法とリソグラフとを併用することにより、微細なパターンを有する電極を正確に作製することができる。

【0045】図5は、3相リニアステッピングモータに駆動電圧を供給する駆動回路の詳細例を示す回路図であり、図1の観察系駆動回路42および照明系駆動回路43のいずれにも適用可能である。

【0046】図5の駆動回路200は、入力端子として、クロック入力端子220、右シフト入力端子221、左シフト入力端子222、リセット入力端子223、Vcc入力端子224、直流高圧入力端子225、信号φa出力端子226、信号φb出力端子227、信号φc出力端子228、を備えている。信号φa、φb、φcは、図4の信号φa、φb、φcと共通の符号である。

【0047】駆動回路200の回路構成要素としては、3つのフリップフロップ201、202、203と、アンドゲート204、205、207、208、210、211と、オワゲート206、209、212と、トランジスタ213、214、215と、フォトカップラ216、217、218と、抵抗231～255とを備えている。

【0048】3つのフリップフロップ201、202、203と、アンドゲート204、205、207、208、210、211と、オワゲート206、209、212とは、協働して3ビットの左右循環シフトレジスタを構成し、右シフト入力端子221または左シフト入力端子222の入力とクロック入力端子220とに応じて、右循環シフトまたは左循環シフト動作を行う。以下、各フリップフロップ201、202、203の出力状態をQA、QB、QCとし、(QA、QB、QC)とまとめて表現する。

【0049】各フリップフロップ201、202、203の出力(QA、QB、QC)は、それぞれ抵抗231、241、251、を介してトランジスタ213、214、215のベースに接続され、各トランジスタ213、214、215のコレクタにはそれぞれフォトカップラ216、217、218の発光ダイオードが接続されている。

【0050】各フォトカップラ216、217、218のフォトトランジスタのコレクタ側はそれぞれ保護抵抗234、244、254を介して直流高圧入力に接続され、各フォトカップラ216、217、218のフォトトランジスタのエミッタ側はそれぞれ抵抗235、245、255を介して接地されるとともに、各エミッタからそれぞれ信号φa出力端子226、信号φb出力端子227、信号φc出力端子228が引き出されている。

【0051】これにより、フリップフロップ201、202、203のうち、出力が“H”レベルにあるものに対応するトランジスタが“ON”となり、このトランジスタに接続されたフォトカップラが導通して、対応する

信号出力端子226、227、228に高電圧が出力されることとなる。

【0052】すなわち、トランジスタ213、214、215及びフォトカップラ216、217、218は、(QA, QB, QC)から静電モータの駆動電圧(ϕ a、 ϕ b、 ϕ c)まで電圧増幅するものである。

【0053】次に、図5の駆動回路200の動作を説明する。最初に負極性のリセット信号が入力され、(QA, QB, QC) = (1, 0, 0)となる。以下、右シフト信号およびクロックが入力される度毎に右循環シフトが行われ、(QA, QB, QC)は、(1, 0, 0) → (0, 1, 0) → (0, 0, 1) → (1, 0, 0)の順序で状態が変わる。この(QA, QB, QC)の状態変化に対応して、静電モータの駆動電圧 ϕ a、 ϕ b、 ϕ cには循環的・択一的に高電圧が出力される。

【0054】これとは逆に左シフト信号およびクロックが入力される度毎に左循環シフトが行われ、(QA, QB, QC)は、(1, 0, 0) → (0, 0, 1) → (0, 1, 0) → (1, 0, 0)の順序で状態が変わる。この(QA, QB, QC)の状態変化に対応して、静電モータの駆動電圧 ϕ a、 ϕ b、 ϕ cには循環的・択一的に高電圧が出力されることは、右シフトの場合と同様である。

【0055】図6は、照明系・観察系連動制御部41の詳細なハードウェア構成を示すブロック図である。図6において、照明系・観察系連動制御部41は、視野角を指示するズームSW411と、インタフェース回路(以下、IFと省略する)412と、観察系目標カウンタ413と、照明系目標カウンタ414と、マイクロプロセッサを使用したCPU415と、プログラムROM416と、観察系のレンズ位置に対応した照明系のレンズ位置を記述した制御マップROM417と、バス418と、観察系制御ポート419と、照明系制御ポート421とを備えている。

【0056】観察系制御ポート419は、観察系レンズの位置を計数するアップダウンカウンタである観察系位置カウンタ420を内蔵するとともに、この観察系位置カウンタ420のカウンタアップ指示/カウンタダウン指示に対応して、観察系駆動回路42に右シフト動作/左シフト動作を指示するものである。

【0057】照明系制御ポート421は、照明系レンズの位置を計数するアップダウンカウンタである照明系位置カウンタ423を内蔵するとともに、この照明系位置カウンタ423のカウンタアップ指示/カウンタダウン指示に対応して、観察系駆動回路42に右シフト動作/左シフト動作を指示するものである。

【0058】次に、図7及び図8のフローチャートを参照して、図6のCPU415による照明系・観察系連動制御の詳細を説明する。

【0059】まず、内視鏡スコープの手元操作部等に設

けられた視野角を操作するズームSW411が中立の位置から望遠または広角の位置へ操作されたとする。このズームSW411の信号は、IF412、バス418を介してCPU415のフラグをセットする。

【0060】CPU415は、ズームSWの入力があるか否かを判定し(ステップS101)、ズームSWからの入力があると、ズーム方向が望遠であるか広角であるかを判定する(ステップS103)。

【0061】望遠方向であると、観察系目標カウンタをカウンタアップし、観察系レンズの制御位置を+方向に更新する(ステップS105)。広角方向であると、観察系目標カウンタをカウンタダウンし、観察系レンズの制御位置を-方向に更新する(ステップS107)。

【0062】次いで、目標カウンタに実際の位置カウンタを一致させる方向に静電モータを制御する一致処理(ステップS109)を行い、静電モータに電圧を印加してから可動子が静電気の吸引力によって移動する時間(例えば10mS)を超える一定時間待ち(ステップS111)を行った後、ステップS101へ戻る。

【0063】一致処理(ステップS109)においては、まず、観察系目標カウンタの内容(これをAとする)の読み出しが行われ(ステップS121)、次いで、観察系位置カウンタの内容(これをBとする)の読み出しが行われる(ステップS123)。

【0064】次いで、AとBとが比較され(ステップS125)、比較結果がA>Bならば、CPU415は、観察系制御ポート419に対して、観察系位置カウンタ420をカウンタアップするよう指示するとともに、観察系駆動回路42に対して右シフト指示を出力させる(ステップS127)。

【0065】比較結果がA=Bならば、CPU415は、何もせずにステップS131へ制御を移す。比較結果がA<Bならば、CPU415は、観察系制御ポート419に対して、観察系位置カウンタ420をカウンタダウンするよう指示するとともに、観察系駆動回路42に対して左シフト指示を出力させる(ステップS129)。

【0066】次いで、CPU415は、観察系目標カウンタ413を読み出し、この値から制御マップROM417を検索して、対応する照明系目標カウント値に変換する(ステップS133)。制御マップROM417には、予め観察系、照明系それぞれの静電モータの制御ステップ数に従って、観察系の可動レンズ位置に対応する最適な照明光の配光特性が得られる照明系の可動位置が記憶されている。

【0067】次いで、変換された照明系目標カウント値(この値をCとする)を照明系目標カウンタ414に格納し(ステップS135)、照明系位置カウンタ423の内容(これをDとする)を読み出し(ステップS137)、CとDとを比較する(ステップS139)。

11

【0068】この比較結果が $C > D$ ならば、CPU415は、照明系制御ポート421に対して、照明系位置カウンタ423をカウントアップするよう指示するとともに、照明系駆動回路43に対して右シフト指示を出力させて（ステップS141）、次の処理へ移る。

【0069】比較結果が $C = D$ ならば、CPU415は、何もせずに次の処理へ制御を移す。比較結果が $C < D$ ならば、CPU415は、照明系制御ポート421に対して、照明系位置カウンタ423をカウントダウンするよう指示するとともに、照明系駆動回路43に対して左シフト指示を出力させて（ステップS143）、次の処理へ移る。

【0070】以上のようにして、本実施の形態では、観察系のレンズを移動させて視野角を変更するとともに、この移動位置即ち視野角に対応した最適な照明光の配光特性と成るように照明系のレンズを連動して移動させることができる。

【0071】この結果、配光特性を示す図9において、広角時には照度曲線501に示すような配光特性となり、望遠時には照度曲線505に示すような配光特性となる。なお、広角と望遠の間の任意の視野角においても、例えば照度曲線503に示すような視野角の大きさに応じた最適な配光特性が得られることは言うまでもない。

【0072】また、本実施の形態では、レンズの駆動を3相リニアステップモータや静電気駆動アクチュエータによって行うことにより、術者は操作部に設けられたズームSWの操作だけで、ズーム機構に連動させて配光特性を変化させることができ、ひいては内視鏡装置の操作性を向上させることができる。

【0073】さらに、本実施の形態では、照明系駆動と観察系駆動とに互いに独立したアクチュエータを用い、これらを制御回路の制御により連動させる構成としているため、設計上の自由度が大きくなり、特に内視鏡スコープ先端部の設計上の制約を最小限にとどめることができ、高性能な内視鏡装置の実現に寄与することができる。また、本実施の形態では、レンズを3相リニアステップモータや静電気駆動アクチュエータにより駆動させるため、配光特性及びズーム倍率を微調整することができる。

【0074】なお、本実施の形態においては、予め観察系、照明系それぞれの静電モータの制御ステップ数に従って、観察系の可動レンズ位置に対応する最適な照明光の配光特性が得られる照明系の可動位置を記憶させた制御マップROM417を検索することにより、観察系目標カウンタ413の値から対応する照明系目標カウント値に変換を行ったが、この変換は、制御マップROMに限らず、例えば、予め求めた近似計算式を制御プログラムに記憶し、この計算式に従って変換を行うことも可能である。

12

【0075】また、本実施の形態では、実際に照明系及び観察系の可動レンズの位置を計測し、この計測結果を制御目標値に一致させるようなフィードバック制御を行わなかったが、適当な位置検出器を設けて、フィードバック制御により制御を行っても良い。

【0076】さらに本実施の形態では、同一構成の2系統の照明光学系を採用しているが、設計仕様を満たすものであれば、照明光学系の系統数は2系統に限らず、1、3等の何系統でもよい。

10 【0077】図10は、本発明に係る内視鏡装置の第2の実施形態を示す要部構成図である。本第2の実施形態は、観察光学系と照明光学系とを機械的にリンクさせて、観察光学系の視野角の変化を機械的に照明光学系に伝達し、観察光学系の視野角の変化に照明光学系の配光特性を連動させるものである。

【0078】図10において、内視鏡装置は、内視鏡スコープの先端硬性部1、観察光学系2、照明光学系3、観察系制御部45、観察系駆動回路46、とを備えている。

20 【0079】なお、先端硬性部1には、鉗子口、送気ノズル、送水ノズル等も備えているが、これらは従来の内視鏡スコープと同様であるので、図10では省略されている。また図10において前方を26の方向、後方を27の方向とする観察光学系2は、第1の対物レンズ15、第1の対物レンズ15の周囲から先端硬性部1の後方に向かって伸延する円筒状の内筒53、内筒53の外周部に滑动可能に嵌合する外筒52、外筒の内周に固定された第2の対物レンズ16、外筒52を前後に駆動する超音波モータ51、空間周波数の低域通過フィルタである水晶フィルタ7、光路を折り曲げるプリズム8、カバーガラス9、固体撮像素子であるCCD10、CCD10の信号線束11、超音波モータ51の駆動信号線47とを備えて構成されている。

30 【0080】観察光学系2において、図示されない被検体からの反射光は、対物レンズ15から入射し、対物レンズ16、水晶フィルタ7を経てプリズム8により光路を上方向へ折り曲げられ、カバーガラス9を通してCCD10に結像する。CCD10に結像した被検体の画像は、CCD10により画像信号に変換され、信号線束11を介して図示されない内視鏡装置本体に取り込まれる。内視鏡装置本体は、CCD10から得られた画像信号に所定の信号処理を施して、画像表示装置に表示したり、記録装置に画像を記録したりする。

40 【0081】超音波モータ51は、超音波モータ51の内周部に設けられたネジ溝に螺合する外筒52を正逆に回転させることにより、外筒52を前後に移動させることができるようになっている。このため、外筒52の内周部に固定された第2の対物レンズ16が前後に移動し、観察光学系2の焦点距離が調節され、内視鏡装置により観察可能な範囲である視野角（画角）を連続的に変

化させることができる。

【0082】照明光学系3は、同一構成の2系統からなり、それぞれの系統は、第1の照明レンズ18、第1の照明レンズ18の周囲から先端硬性部1の後方に向かって伸延する円筒状の内筒56、内筒56の外周部に滑動可能に嵌合する外筒57、外筒の内周に固定された第2の照明レンズ19、図示されない内視鏡プロセッサから照明光学系まで照明光を導くライトガイド25、を備えて構成されている。

【0083】照明光学系3において、図示されない内視鏡装置本体に内蔵されるキセノンランプ等の光源より発せられた照明光は、光ファイバ束などを用いたライトガイド25の中を導光され、ライトガイド25の先端部（図1では左端部）から第2照明レンズ19に向かって放射される。この照明光は、第2照明レンズ19、第1照明レンズ18により拡散され、第1照明レンズ18の左端面から被検体の被観察部位を照明する。

【0084】照明光学系3の外筒57を前後に移動させると、第2の照明レンズ19が光軸に沿って前後に移動することとなり、照明光の配光特性を連続的に変化させることができるようになっていく。

【0085】観察光学系2と照明光学系3との連動機構は、観察光学系2の外筒52に設けられた環状の溝を有する大径部54と、この大径部54の溝の一部に嵌合するように照明光学系3の外筒57の側面に設けられた突起部55により構成されている。

【0086】そして、視野角の変化のために観察光学系2の外筒52が回転しながら前後に移動するとき、外筒52の大径部54も前後に移動するので、この大径部54の溝に嵌合する突起部55を有する外筒57も同時に前後に移動する。かくして、視野角の変化に連動して照明光学系の配光特性を変化させることができる。

【0087】本実施の形態では、照明光学系と観察光学系とを機械的に連結して操作することにより、第1実施形態の如く各光学系固有の駆動制御系を必要とせず、1系統の駆動制御系で制御できるので、制御系（回路系）を簡素化させることができる。

【0088】なお、本第2の実施形態では、照明光学系が機械的にリンクされたズーム機構の駆動のために、アクチュエータとして超音波モータを用いたが、これに限らず第1の実施形態で用いた静電モータを用いても良い。

【0089】これとは逆に、第1の実施形態において、照明光学系および観察光学系のそれぞれの可動レンズの駆動のために、それぞれ超音波モータを用いることも可能である。

【0090】また、上記の第1および第2実施形態では、先端硬性部に撮像素子を備えた電子内視鏡装置に本発明を適用した場合を説明したが、観察系の視野角の変化に連動して配光特性を変化させる本発明は、観察系に

光ファイバ等のライトガイドを使用した内視鏡装置にも適用できることは明らかである。

【0091】図11は、本発明に係る内視鏡装置の第3の実施形態を示す要部構成図である。この第3の実施形態は、内視鏡スコープの先端硬性部の直径を大きくしないために、焦点調整のために駆動される光学部品の前後に静電気で駆動されるアクチュエータを配置し、図示されない対物レンズから撮像素子までの光路長を可変とすることにより、焦点距離の調整を行うとともに、合焦位置、視野角および照明光の配光特性を連動させて制御するものである。

【0092】図11において、内視鏡装置は、水晶フィルタ7、プリズム8、支持部材9、固体撮像素子としてのCCD素子10、焦点系静電モータ505、507、照明系・観察系連動制御部501、焦点系駆動回路503、照明系駆動回路43、照明系静電モータ22、観察系駆動回路42、観察系静電モータ17、を備えて構成されている。

【0093】なお、照明系駆動回路43、照明系静電モータ22、観察系駆動回路42、観察系静電モータ17、は第1の実施形態と同様のものであり、さらに、観察光学系2、および照明光学系3も第1の実施形態と同様のものが備えられているが、図11では省略されている。また、図11中の矢印26は前方、矢印27は後方をそれぞれ示すものとする。

【0094】焦点系静電モータ505は、光学部品7、8及びCCD10を搭載した支持部材9の前部の上下表面に形成された可動子電極511、513と、支持部材9の前部を上下から挟むように配置された固定子505a、から構成されている。

【0095】焦点系静電モータ507は、光学部品7、8及びCCD10を搭載した支持部材9の後部の上下表面に形成された可動子電極515、517と、支持部材9の後部を上下から挟むように配置された固定子507aから構成されている。

【0096】それぞれの焦点系静電モータ505及び507の固定子505a及び507aは、その内面に固定子電極521、523、及び525、527を備えていて、これらの固定子電極と支持部材9に設けられたそれぞれの可動子電極511、513、515、517とが互いに対向するように配置されている。この対向する電極同士は、例えば、図4に示したような構成とすることができる。

【0097】そして、図示されない内視鏡先端硬性部を構成する部材に固定子505a、507aは固着され、これら固定子間を可動子を兼ねる支持部材9が自由に滑動できるように図示されない絶縁体により支持されている。

【0098】焦点系静電モータ505、507は、支持部材9を前後からプッシュ・プルするように協働して、

10

20

30

40

50

直線的に前後方向に可動範囲内で任意の位置に位置調整を行うことができる。

【0099】照明系・観察系連動制御部501は、焦点系駆動回路503、照明系駆動回路43および観察系駆動回路42を制御することにより、焦点位置、視野角および照明光の配光特性を連動させて制御するものである。

【0100】照明系・観察系連動制御部501は、例えば、焦点調節SWとズーム調節SWとを操作入力とし、焦点位置および視野角に対応する最適な配光特性を制御マップとして記憶するように図6の構成を変更することにより実現できる。

【0101】本実施の形態では、最外の対物レンズからCCD10までの光路長を変えることにより、焦点距離を調整するとともに、ズーム機構に連動させて配光特性を変えているため、第1、第2の実施形態よりも鮮明な内視鏡像を得ることができる。

【0102】図12は、本発明に係る内視鏡装置の第4の実施形態を示す要部構成図である。この第4の実施形態は、内視鏡スコープの先端硬性部の直径を大きくしないために、焦点調整のために駆動される光学部品の前後に静電気で駆動されるアクチュエータを配置し、図示されない対物レンズから撮像素子までの光路長を変化させることにより、撮像素子に結像する光学像の焦点調整を行うものである。

【0103】図12において、内視鏡装置は、水晶フィルタ7、プリズム8、支持部材9、固体撮像素子としてのCCD素子10、焦点系静電アクチュエータ543、545、焦点系駆動回路541を備えて構成されている。

【0104】なお、観察光学系2、および照明光学系3は、第1の実施形態と同様のものが備えられているが、図12では省略されている。また、図12中の矢印26は前方、矢印27は後方をそれぞれ示すものとする。

【0105】焦点系静電アクチュエータ543、545は、光学部品7、8及びCCD10を搭載した支持部材9の前後を上下から挟むように配置され、支持部材9の表面に形成された電極との間で静電気の吸引力によるアクチュエータを構成し、支持部材9を前後からプッシュ・プルするように協働して直線的に前後に位置調整、すなわち焦点位置の調整を行うことができる。

【0106】図13は、図12に用いた静電アクチュエータの駆動力を定量的に説明する図である。図13に断面を示すような固定子610と可動子611とが対向するように配置され、ともに奥行き方向に長さLを有するものとする。

【0107】これら固定子610と可動子611との間に直流電源612により電圧Vを印加したとすると、静電気による吸引力により固定子610の内部へ可動子611を引き込む力が生じ、その大きさFxは、次の式

(1)により表される。

【0108】

$$\text{【数1】 } F_x = 2 \epsilon L V^2 / (2d) \quad \dots (1)$$

ここで、

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

ϵ_0 : 真空の誘電率

ϵ_r : 絶縁物質の比誘電率

d : 固定子・可動子間距離

である。

10 【0109】固定子610と可動子611との間を満たす絶縁物質は、空気に限定されず、窒素等の不活性ガスや、純水等の電気を通さない流体を用いても構わない。

【0110】図14は、固定子を改良した静電アクチュエータの構造を示す断面図である。図13の静電アクチュエータでは、静電気の吸引力により可動子が固定子に吸着される恐れがあり、この吸着が起これば、駆動電圧が短絡して、供給電圧が無駄になったり、たとえ短絡しない電極構造であっても吸着が起これば、固定子と可動子との間に摩擦力が発生し、可動子の動きを妨げることとなり好ましくない。

20 【0111】このため、図14に示すように、駆動方向と垂直のy方向（図中では上下方向）に固定子を分割し、分割された2つの固定子620、621に切り替えスイッチ623を介して交互に駆動回路624から駆動電圧を供給する。

【0112】切り替えスイッチ623が固定子620側に駆動電圧を供給しているとき、可動子622には、図中左方向にFx、図中上方向にFyの静電引力が働く。Fxは式(1)に示したとおりであり、Fyは次に示す式(2)で表される。

30 【0113】

$$\text{【数2】 } F_y = \epsilon w L V^2 / (2d^2) \quad \dots (2)$$

ここで、

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

ϵ_0 : 真空の誘電率

ϵ_r : 絶縁物質の比誘電率

d : 固定子・可動子間距離

w : 固定子・可動子の重なる幅

である。

40 【0114】このFyにより可動子622は上方向に吸引力が働き、固定子620に接近する。この固定子・可動子間の接近は、例えば、固定子・可動子間の静電容量を発振回路の定数の一部とする高周波電圧を駆動電圧に重畳することにより、発振周波数の変化として検出することが可能である。

【0115】また、固定子・可動子間の接近（距離）を検出するための専用電極を設けることにより、高周波の発信周波数変化の検出部と駆動電圧とを分離することもできる。

50 【0116】こうして検出された固定子620と可動子

622の接近に応じて、制御回路は切り替えスイッチ623を切り替え、固定子620への駆動電圧供給を停止するとともに、固定子621への駆動電圧の供給を開始する。

【0117】図15は、図14の切り替えスイッチ623の2つの切り替え状態を示す図であり、図15(a)は切り替えスイッチ623が下側の固定子621に駆動電圧を供給している状態であり、図15(b)は切り替えスイッチ623が上側の固定子620に駆動電圧を供給している状態である。図15の(a)、(b)の状態を交互に繰り返すことにより、可動子622は、いずれの固定子620、621にも吸着することなく、良好にFxの方向に引き込むことができる。

【0118】この様に本実施形態の如く構成することにより、第3実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0119】なお、本実施の形態において、静電アクチュエータの可動子622と、固定子620、621とが接触する前に駆動電圧の印加を切り替える以外に、接触を検出してから切り替えてもよい。また、可動子の上下方向の位置に関係なく、非常に高速に駆動電圧の印加を切替えることにより、擬似的に可動子の進行方向だけの駆動力を取り出すような制御シーケンスを制御回路625が行っても良い。

【0120】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、照明用光源を大容量化することなく、観察系の視野角の変化に応じて照明系の配光特性を変化させ、広角時にも望遠時にも最適な配光特性を得ることができるという効果を奏する。

【0121】また本発明によれば、観察系の視野角を変化させる第1のアクチュエータの動作と、照明光学系を構成するレンズまたはレンズ群の少なくとも一部を該照明光学系の光軸に沿って前後に移動させる第2のアクチュエータの動作と、を連動させることにより、照明系の配光特性を変化させる配光特性変化手段を実現することができる。

【0122】また本発明によれば、照明系の配光特性を変化させる配光特性変化手段に静電モータを用いることにより、内視鏡スコープ先端硬性部の太さを大径化することなく、観察系の視野角の変化に応じて照明系の配光特性を変化させ、広角時にも望遠時にも最適な配光特性を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る内視鏡装置の第1の実施形態を示す要部構成図である。

【図2】第1の実施形態における観察光学系および照明光学系に適用可能なレンズ駆動機構の詳細を示す断面図

である。

【図3】観察光学系および照明光学系に適用可能なレンズ駆動機構の変形例の詳細を示す断面図(a)および側面図(b)である。

【図4】静電気駆動の3相リニアステッピングモータ(静電モータ)の構造および動作原理を説明する原理説明図である。

【図5】3相リニアステッピングモータに駆動電圧を供給する駆動回路の詳細例を示す回路図である。

10 【図6】照明系・観察系連動制御部の詳細なハードウェア構成を示すブロック図である。

【図7】照明系・観察系連動制御部におけるCPUによる連動制御の詳細を説明するフローチャート(1/2)である。

【図8】照明系・観察系連動制御部におけるCPUによる連動制御の詳細を説明するフローチャート(2/2)である。

【図9】本発明に係る内視鏡装置による配光特性の変化を示す照度グラフである。

20 【図10】本発明に係る内視鏡装置の第2の実施形態を示す要部構成図であり、リンク機構を介して照明系と観察系とを連動させた例を示すものである。

【図11】本発明に係る内視鏡装置の第3の実施形態を示す要部構成図であり、焦点調節及び視野角調整と、照明光の配光特性とを連動させた例を示すものである。

【図12】本発明に係る内視鏡装置の第4の実施形態を示す要部構成図であり、静電アクチュエータにより焦点調整を行う例を示すものである。

30 【図13】静電アクチュエータの駆動力を定量的に説明する図である。

【図14】固定子を改良した静電アクチュエータの構造を示す断面図である。

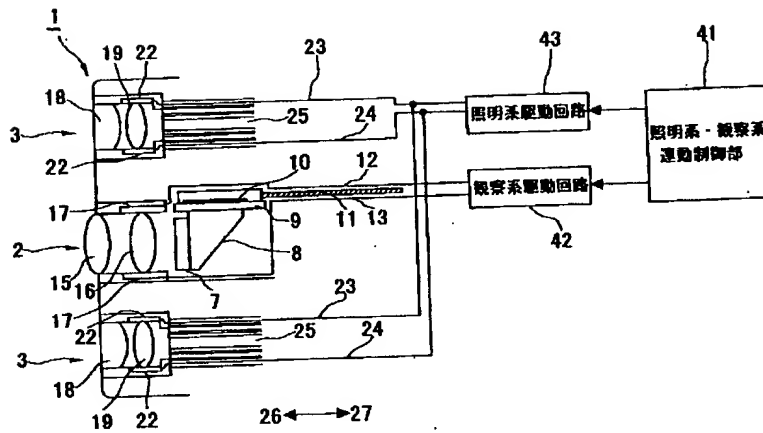
【図15】図14の正殿アクチュエータの2つの駆動状態を説明する断面図である。

【図16】従来のズーム機構を備えた内視鏡装置の先端硬性部の構成を示す図であり、図16(a)は先端硬性部の正面図、図16(b)は鉗子口および観察光学系を含む断面図、図16(c)は照明光学系の断面図である。

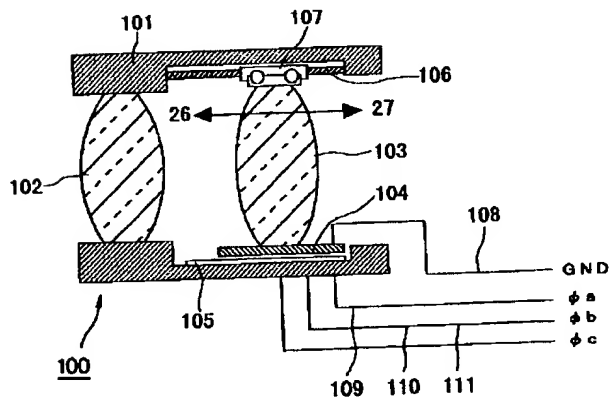
【符号の説明】

40 1…先端硬性部、2…観察光学系、3…照明光学系、7…水晶フィルタ、8…プリズム、9…カバーガラス、10…CCD、11…信号線、12、13…静電モータ駆動信号線、15、16…対物レンズ、17…静電モータ、18、19…照明レンズ、22…静電モータ、23、24…静電モータ駆動信号線、25…ライトガイド、41…照明系・観察系連動制御部、42…観察系駆動回路、43…照明系駆動回路。

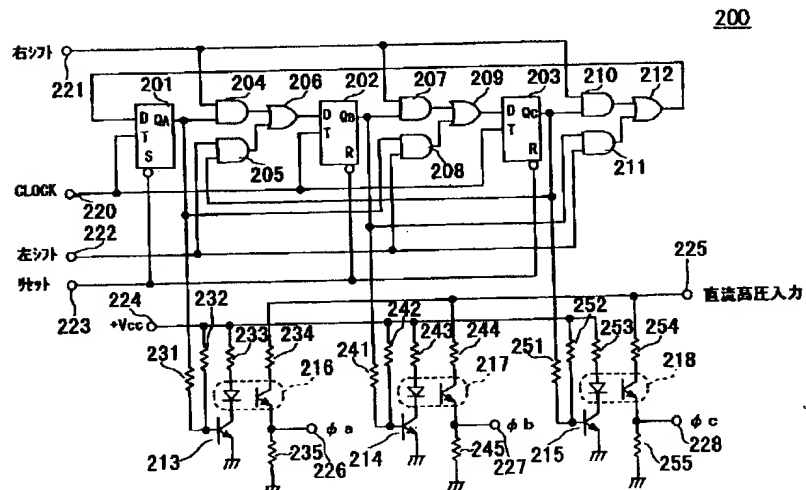
【図1】



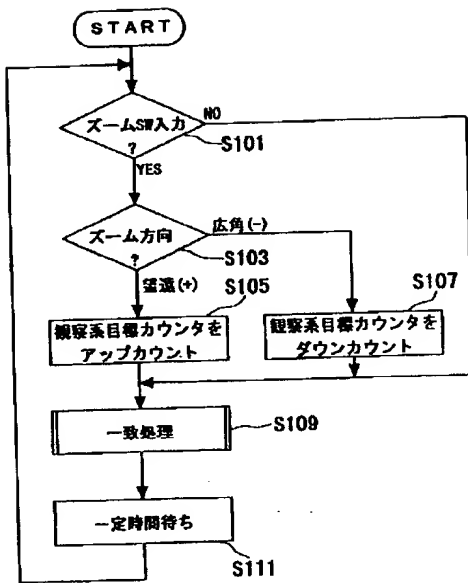
【図2】



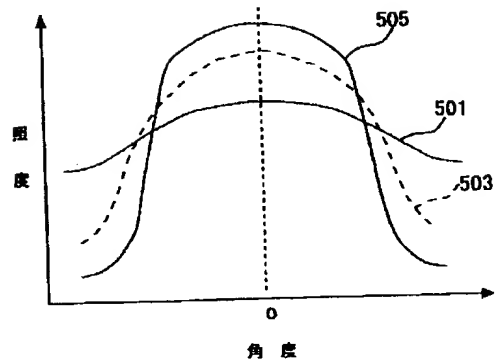
【図5】



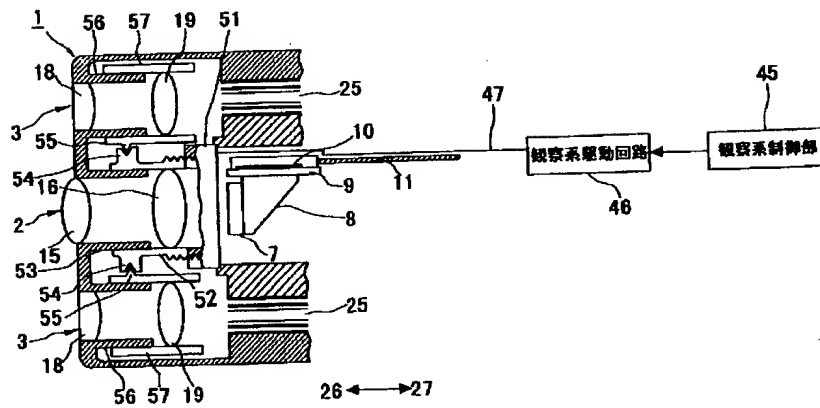
【図7】



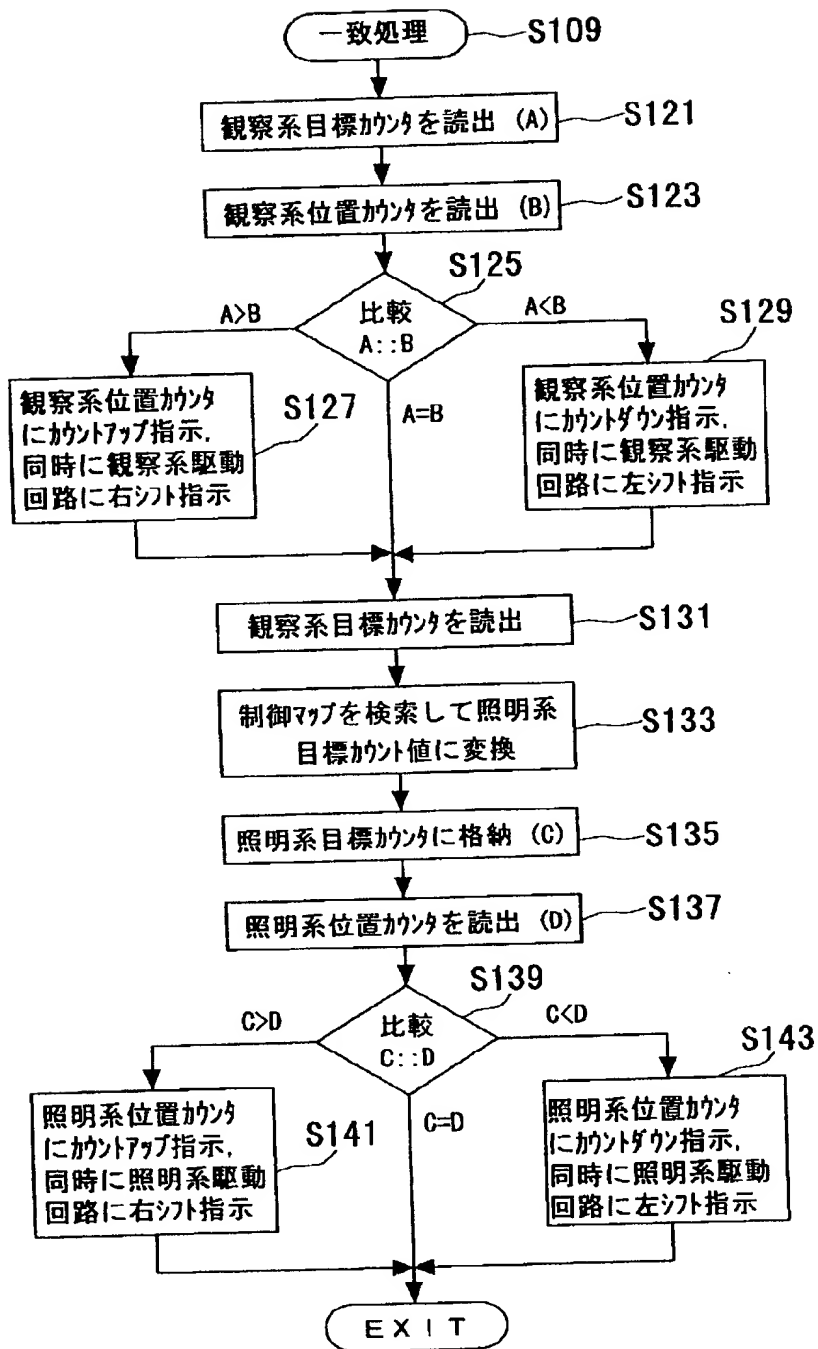
【図9】



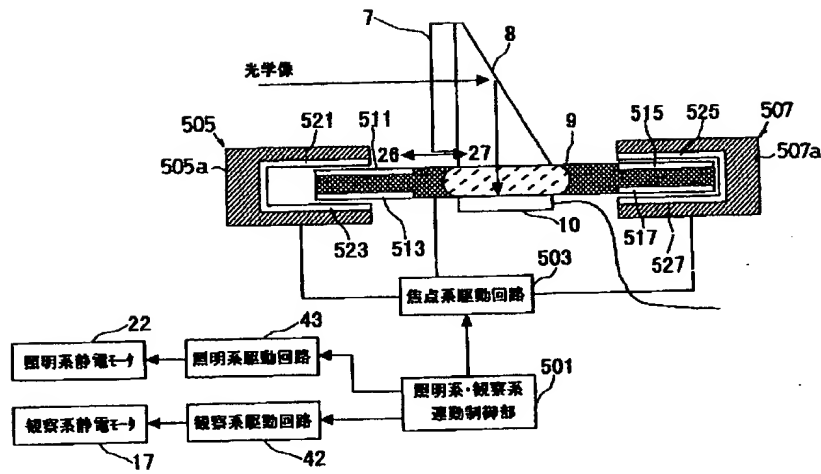
【図10】



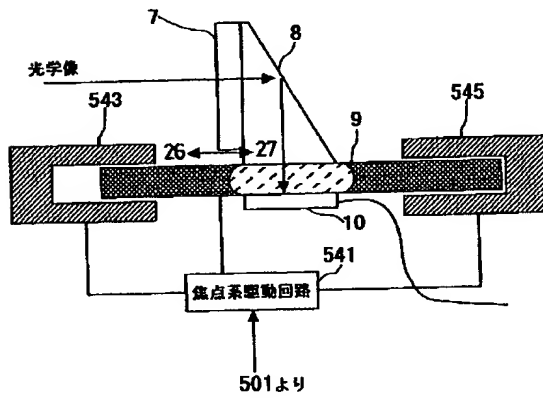
【図8】



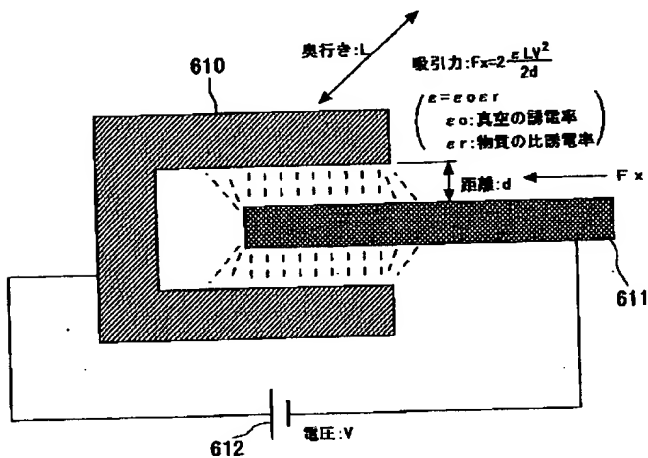
【図11】



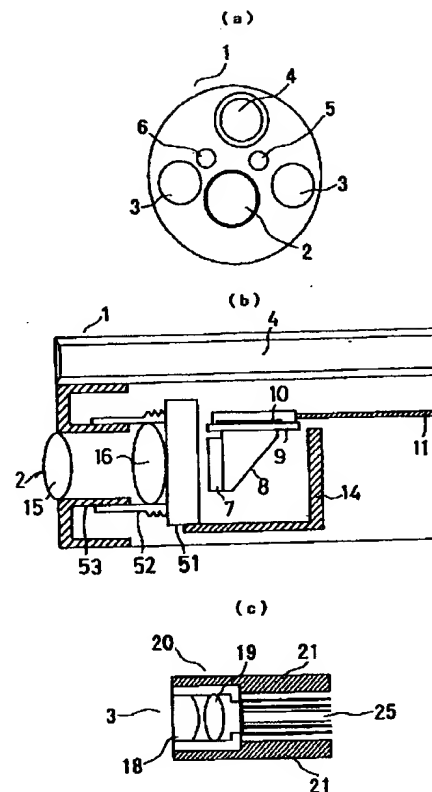
【図12】



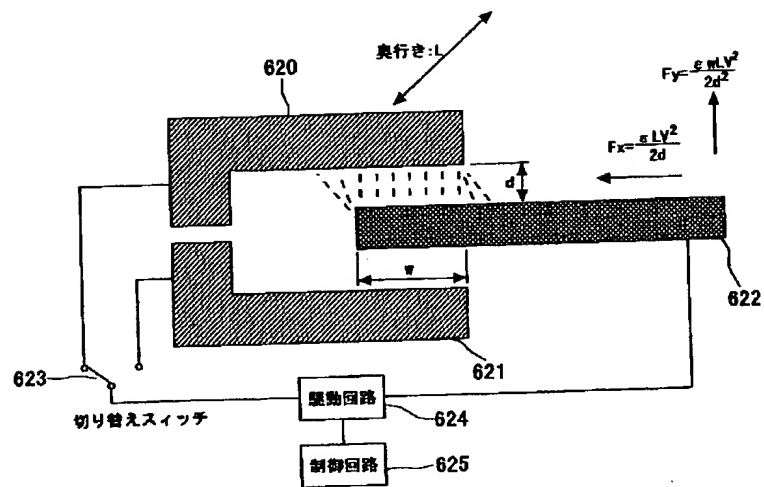
【図13】



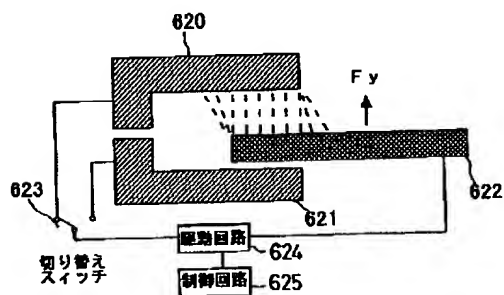
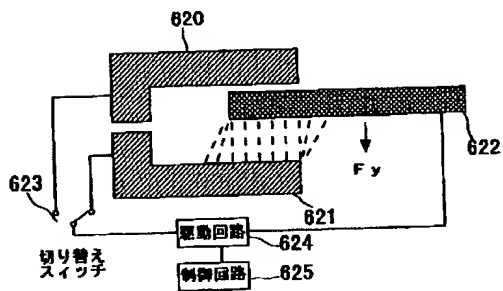
【図16】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
G02B 23/26

識別記号

F I
G02B 7/04

E
D

CLIPPEDIMAGE= JP410239740A

PAT-NO: JP410239740A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10239740 A

TITLE: ENDOSCOPE DEVICE

PUBN-DATE: September 11, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FUJITA, HIROSHI

HIRAKUI, KATSUYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09046279

APPL-DATE: February 28, 1997

INT-CL (IPC): G03B015/05;A61B001/00 ;G02B007/04 ;G02B019/00
;G02B023/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an endoscope device capable of obtaining an optimum light distribution characteristic in both wide angle photographing and telephotographing by changing the light distribution characteristic of an illumination system in accordance with the change of the angle of visibility of an observation system.

SOLUTION: An electrostatic motor 22 changes the light distribution characteristic of illuminating light by moving the second lens 19 of an illumination optical system 3 for illuminating an examinee back and forth. An electrostatic motor 17 consecutively changes the angle of visibility from a

wide angle side to telephotographing side by moving the second objective lens 16 of an observation optical system 2 back and forth. An illumination system and observation system linking control part 41 controls an illumination system driving circuit 43 and an observation system driving circuit 42 so that the light distribution characteristic is changed to correspond the zooming of the angle of visibility.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO